

## Glukóz és laktát együttes mineralizációja a talajban

TIMÁR MÁTYÁSNÉ és PÁTKAI TAMÁS

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A talaj szervesanyagainak mineralizációs sebessége nemcsak a környezeti tényezőktől (hőmérséklet, nedvesség, stb.), hanem az anyagminőségtől függően is eltérő.

Közismert, hogy a humuszszerű anyagok bontását végző, úgynevezett autochton mikroflóra mineralizációs tevékenysége alacsony. Újonnan talajbakerülő szerves hulladékok hatására aktivitásban és számban megnövekedett ún. zymogen mikroflóra alakul ki, melynek tevékenysége, többek között, a talaj  $O_2$  fogyasztásának és  $CO_2$  termelésének növekedésében nyilvánul meg. E különböző sebességgel végbemenő folyamatokat a mikróbák tisztatenyésztésének anyagcsere vizsgálatánál használt fogalom analógiájára endogén, illetve exogén talajlégzésnek is szokás nevezni.

Az elmúlt években több olyan kísérlet eredményeiről számolt be a szakirodalom, ahol a zymogen mikroflóra aktivitását, vagyis a talaj exogén légzését vizsgálták különböző minőségű szervesanyagok hatására.

DROBNÍK [1] glukóz talajbavitelének hatására az  $O_2$  fogyasztás változását mérte és megállapította, hogy az így kapott görbe 3 szakaszra bontható: az elsőre jellemző, hogy az  $O_2$  fogyasztás nő és a glukóz fogy a rendszerből. A görbe második szakaszában az  $O_2$  fogyasztás magasabb, mint az anyag bevitele előtt, azonban a bevitt anyag már nem mutatható ki a talajban. Ebben az időszakban a szubsztrátból kialakult anyagok oxidációja történik meg. A 3. szakaszt a komplex vegyületbe beépült szubsztrát maradékainak mineralizációja jelenti, melyet már a talaj endogén légzésének kell tekinteni, azonban ez magasabb, mint a szubsztrát bevitele előtti volt.

A glukóz esetében felvett görbékhez hasonlóan [2] a citrát, kaproat, acetát, laktát, alanin, glutamát esetében is a 3. szakasz elkülöníthető, azonban az  $O_2$  fogyás maximumai anyagtól függően, eltérő időben jelentkeznek. Ismeretlen okból a kaproat és acetát a kísérleti idő kezdetén, még az endogén légzésnek nevezhető  $O_2$  felvételt is csökkenti.

Különbség mutatkozik egyes vegyületek eloxidált mennyiségét illetően. Míg glukóz esetében 24–27%-ban oxidálódik el az anyag, a többi vizsgált és előbb említett esetben 41 és 51%-os oxidációt állapítottak meg 10–20  $\mu$ M anyagra vonatkozóan 4 g talajban. Ezt a különbséget glukóz és formát, acetát esetében LEES munkatársai [4] is leírták.

DROBNÍK [3] két eltérő anyag együttes (glukóz + alanin, glutaminsav, ecetsav + glutaminsav, ecetsav + alanin, stb.) és egyedüli jelenlétében is vizsgálta a talajok  $O_2$  fogyasztásának alakulását és azt találta, hogy keverék esetében többnyire az egyes anyagokra jellemző  $O_2$  fogyasztás összege mérhető, néhány esetben magasabb.

Izotópos technika segítségével lehetőség nyílik, két anyag együttes bevitelére esetén az egyes komponensek mineralizációjának megfigyelésére, vagyis adatok nyerhetők arra vonatkozóan, hogy együttes jelenlétük az egyes komponensek mineralizációját hogyan befolyásolja.

### Anyag és módszer

Vizsgálataink során glukóznak és Ca-laktátnak mineralizációját vizsgáltuk külön-külön és együttes adagolásnál, mely utóbbi esetben, egyszer  $C^{14}$ -el jelzett glukózt és inaktív laktátot adtunk a talajhoz, a másik esetben a laktátot adtuk jelzett formában.

A modellkísérlethez felhasznált talajt szolonesákos réti láptalajból gyűjtöttük be. C-tartalom 20% volt. A talaj részletes leírását előző munkánkban közöltük [5].

Modellkísérlet berendezése: 10 g légszáraz talajt + 90 ml vizet Erlenmeyer lombikba tettünk és a kísérleti célkitűzésnek megfelelően szervesanyaggal dúsítottuk, az edényeket légmentesen lezártuk és egy olyan edénnyel kötöttük össze, melyben 10% tetrametil ammónium hidroxid volt a  $CO_2$  felfogására. Az edényeket  $O_2$  és  $CO_2$  mentes  $N_2$  gázzal áramoltattuk át. A kísérleti idő alatt (39 nap) időközönként mértük a keletkező  $CO_2$  aktivitását.

Kísérleteink során módszertani okokból viszonylag nagy mennyiségű szervesanyagot vittünk be a talajba, 0,5% glukóz—C-t, illetve laktát—C-t légszáraz talajra vonatkoztatva és a mineralizációt kizárólag a  $CO_2$  formában eltávozott  $C^{14}$  aktivitásából számítottuk.

A modellkísérletek vízborításos anaerob folyamatokkal jellemezhető talajviszonyokat imitáltak.

#### Kezelések:

1. 10 g talaj + 90 ml víz + 50 mg glukóz C fajlagos aktivitás 10 ezer cpm/mgC
2. 10 g talaj + 90 ml víz + 50 mg Ca—laktát—C fajlagos aktivitás 20 ezer cpm/mgC,
3. 10 g talaj + 90 ml víz + 50 mg glukóz C 10 ezer cpm/mgC + 50 mg Ca laktát C,
4. 10 g talaj + 90 ml víz + 50 mg glukóz C + 50 mg Ca laktát C 20 ezer cpm/mg C.

Az aktivitás mérést folyadék scintillációs módszerrel végeztük. A számításra előkészített minták összetétele a következő volt: 10 ml scintillátor-oldat 8 ml absz. alkohol és 1 ml minta. Scintillátor oldat összetétele: 1 liter toluol + 4 g PPO és 30 mg POPOP.

A mérési hatások 10% volt.

A kísérleti eredmények 5 párhuzamos mérés átlagát adják. A vizsgálatokat szobahőmérsékleten végeztük. Kezeletlen talaj  $CO_2$  termelését a felfogó-oldat acidimetriás titrálásával mértük. A  $CO_2$ —C mennyisége mérésenként 3,5—1 mg érték körül változott.

Az 1. ábrán glukóz és laktát külön-külön adagolása esetében tüntettük fel a mineralizációs görbét. A 2. ábra A görbéje a glukóz és B görbéje a laktát mineralizációt mutatja be, együttes adagolás esetében. Az adatok szórását függőleges vonallal jeleztük.

Az első táblázatban a különböző kezelések esetében a 39 napos kísérleti idő alatt mineralizálódott anyag összmenyiségeit tüntetjük fel.

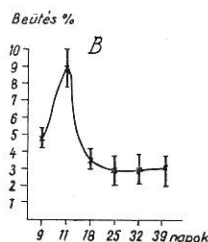
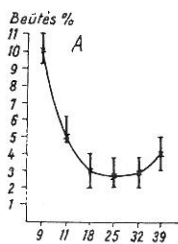
1. táblázat

Különböző kezelések hatására keletkezett  $C^{14}O_2$  aktivitása a bevitt aktivitás %-ában kifejezve a kísérleti idő végén

(1) Kezelés	(2) $C^{14}O_2$ aktivitása az össz aktivitás %-ában
$C^{14}$ glukóz	55
$C^{14}$ laktát	61
$C^{14}$ glukóz + laktát	43
glukóz + $C^{14}$ laktát	50

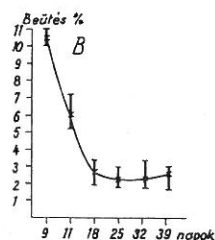
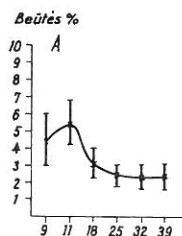
### Eredmények ismertetése

A kapott vizsgálati eredmények a vizsgált anyagok  $CO_2$  képződése alapján mért mineralizálódásának sebességére engednek következtetni. (Tehát az eredmények értékelésénél nem tettünk különbséget aközött, hogy a  $CO_2$  közvetlenül a bevitt anyag bontásából vagy köztitermékek-, sejtanyagok, anyagcseretermékek bontásából származnak-e).



1. ábra

A)  $C^{14}$ -glukóz és B)  $C^{14}$ -laktát mineralizációja a talajban a bevitt beütésszám %-ában kifejezve. Független tengely: Beütés %, vízszintes tengely: napok száma



2. ábra

A)  $C^{14}$ -glukóz és B)  $C^{14}$ -laktát mineralizációja a talajban együttes adagolásuk esetében. Független tengely: Beütés %, vízszintes tengely: napok száma

Az 1. ábra A részéből látható, hogy a glukóz  $CO_2$ -vé történő lebontását tükröző görbe 4 szakaszra bontható; 1. A mineralizáció legnagyobb az első 4 napon, 2. ettől az időponttól a 18. napig élesen csökken, 3. 18 és 32 nap között a  $CO_2$  képződés lassan csökkenő, 4. a 32 és 39 nap között a jelzett  $CO_2$  mennyisége kismértékben nő. Ez feltehetően a szubsztrátból kialakult másodlagos termékek fokozottabb mineralizációját jelenti.

Az 1. ábra B görbéje a laktát mineralizációját reprezentálja. A laktát mineralizációjának maximuma a 11. napon mérhető, hét nappal később, mint a glukózé, 11–18 napok között a jelzett anyagból keletkező  $CO_2$  mennyisége gyorsan csökken, 18–39 napok között a mineralizáció közel azonos értékeken mozog.

A két anyag mineralizációjának dinamikája hasonló.

A 2. ábra A részében glukóz mineralizációs görbéje van feltüntetve 50 mg C-tartalmú glukóz és 50 mg C-tartalmú laktát együttes jelenlétében. Ez esetben a glukóz mineralizációs maximuma lényegesen alacsonyabb, mint glukóz egyedüli jelenlétében. A 10. és 11. napon közel azonos mennyiségű  $\text{CO}_2$  keletkezik, 11 és 18 napok között gyors csökkenés következik be és ettől kezdve a kísérleti idő végéig egyenletes  $\text{CO}_2$  termelés jellemzi a mineralizációt.

A laktát mineralizációjának maximuma glukóz jelenlétében már a 4. napon mérhető — tehát korábban, mint egyedüli adagolásakor, ettől kezdve a görbe alakja hasonló az anyag egyedüli jelenlétében tapasztaltakéhoz.

A táblázat adataiból látható, hogy a laktát, mind egyedüli, mind glukózzal együttes adagolásban nagyobb mértékben mineralizálódik a glukóznál.

### Összefoglalás

A szerves hulladékok formájában minőségileg eltérő anyagok keveréke kerül a talajba. Az ún. zymogen mikroflóra a különböző anyagokat minőségtől függően eltérő sebességgel bontja le. Inaktív módszerrel az egyes anyagok mineralizációs dinamikája jól tanulmányozható és keverék anyagok jelenlétében a bruttó folyamatok értékelhetők. Izotóp technika segítségével ezen felül adatok nyerhetők arra vonatkozóan is, hogy különböző minőségű anyagok együttes jelenléte hogyan befolyásolja az egyes komponensek mineralizációját.

Vizsgálataink során  $\text{C}^{14}$ -el általánosan jelzett glukóz és laktát mineralizációját vizsgáltuk egyedüli és keverékben történő adagolás hatására, egy szolonesákos réti láptalajból származó mintában, modell kísérletben, anaerob talaj körülményeket imitálva. A kísérleti eredményekből az alábbi következtetéseket vontuk le:

1. Glukóznak és laktátnak a mineralizációja hasonló intenzitással megy végbe a talajban, azonban a laktát mineralizációjának maximuma később következik be, mint a glukózé, és a laktát valamivel nagyobb mértékben mineralizálódik, mint a glukóz.

2. Laktát és glukóz együttes jelenlétében egyidejűleg mineralizálódik mindkét vegyület, azonban a glukóz mineralizációját a laktát jelenléte visszaszorítja. Glukóz hatására a laktát mineralizációjának maximuma előbb következik be.

### Irodalom

- [1] DROBNIK, J.: Primary oxidation of organic matter in the soil. I. The form of respiration curves with glucose as the substrate. *Plant and Soil* **12**. 195—211. 1960.
- [2] DROBNIK, J.: Primary oxidation of some organic compounds in remoistened air-dried soil. *Canad. J. Microbiol.* **7**. 769—775. 1961.
- [3] DROBNIK, J.: Primary oxidation of a mixture of two substrates in a soil sample. *Folia Microbiol.* **7**. 126—131. 1962.
- [4] LEES, H. & PORTENS, J. W.: The release of carbon dioxide from soils percolated with various organic materials. *Plant and Soil*. **2**. 231—240. 1949—50.
- [5] TIMÁR, MNÉ. & SZABOLCS, I.: Szervesanyagok hatása a szikesekben folyó szulfátredukcióra. *Agrokémia és Talajtan*. **13**. 129—136. 1964.

Érkezett: 1968. március 29.

## Simultaneous Mineralization of Glucose and Lactate in the Soil

É. TIMÁR and T. PÁTKAI

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

### Summary

In the form of organic residues a mixture of qualitatively different substances is introduced into the soil. The different substances are decomposed by the so-called zymogen microflora at various rates, depending on their quality. With inactive method the mineralization dynamics of the various substances can be studied well and the gross processes may be evaluated in the presence of mixture substances. In addition to this the isotope technique supplies data concerning the influence of the presence of substances of different quality on the mineralization of the various components.

In the course of our investigations we studied the mineralization of glucose and lactate labelled generally with  $C^{14}$ , taking place under the influence of individual dosage and of dosage in mixture in a sample taken from a solonchakized marshy meadow soil, in a model experiment simulating anaerobe soil conditions. From the results of the experiment the following conclusions may be drawn:

1. The mineralization of glucose and that of lactate take place in the soil with similar intensity, but the maximum of the mineralization of lactate is reached later than that of glucose and lactate becomes mineralized to a somewhat higher degree than glucose.

2. When both lactate and glucose are present in the soil they become mineralized at the same time, however the mineralization of glucose is restrained by the presence of lactate. Under the influence of glucose the maximum of the mineralization of lactate is reached earlier.

*Figure 1.* Mineralization of A)  $C^{14}$  glucose and B)  $C^{14}$  lactate in the soil expressed as the percentage of the introduced number of counts. Vertical axis: percentage of counts, horizontal axis: number of days.

*Figure 2.* Mineralization of A)  $C^{14}$  glucose and B)  $C^{14}$  lactate when both of them are introduced into the soil. Vertical axis: percentage of counts, horizontal axis: number of days.

*Table 1.* Activity of  $C^{14}O_2$  formed under the influence of various treatments at the end of the experiment period, expressed as the percentage of the introduced activity. (1) Treatment. (2) The activity of  $C^{14}O_2$  in the percentage of the total activity.

## Gleichzeitige Mineralisation von Glukose und Laktat im Boden

É. TIMÁR und T. PÁTKAI

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

### Zusammenfassung

Wenn in Form organischer Abfälle ein Gemisch von Materialien verschiedener Qualität in den Boden gelangt, baut die sogenannte zymogene Mikroflora die einzelnen Stoffe ihrer Qualität nach mit verschiedener Geschwindigkeit ab. Mit Hilfe einer inaktiven Methode kann die Dynamik der Mineralisation der einzelnen Stoffe gut beobachtet und in Gegenwart von Stoffgemischen können die brutto Vorgänge bewertet werden. Mit Hilfe einer Isotopentechnik können ausserdem noch Daten darüber gewonnen werden, wie die Mineralisation der einzelnen Komponenten durch die Gegenwart verschiedener Stoffe beeinflusst wird.

Im Laufe unserer Versuche beobachteten wir die Mineralisation von Glukose und Laktat (beide mit  $^{14}C$  markiert), die gesondert und auch im Gemisch dosiert wurden. Die Untersuchung wurde an Hand eines mit solonchakartigem Wiesenboden eingestellten Modellversuches, anaerobe Verhältnisse nachahmend durchgeführt. Die Versuchsergebnisse deuten auf das Folgende hin:

1. Die Mineralisation der Glukose und des Laktates läuft im Boden mit ähnlicher Intensität ab, das Maximum der Laktatmineralisation stellt sich aber später ein, als dasjenige der Glukose und das Laktat wird in etwas grösserem Masse mineralisiert, als die Glukose.

2. Wenn Laktat und Glukose gleichzeitig gegenwärtig sind, werden beide mineralisiert, das Laktat drängt aber die Mineralisation der Glukose zurück. Auf Einwirkung der Glukose tritt das Maximum der Laktatmineralisation früher auf.

Abb. 1. Die Mineralisation der  $^{14}\text{C}$ -Glukose (A) und des  $^{14}\text{C}$ -Laktates (B) im Boden im % der eingebrachten Impulszahl. Abszisse: Impuls %; Ordinate: Zahl der Tage.

Abb. 2. Mineralisation der  $^{14}\text{C}$ -Glukose (A) und des  $^{14}\text{C}$ -Laktates (B) im Boden im Falle einer gleichzeitigen Zugabe. Abszisse: Impuls %; Ordinate: Zahl der Tage.

Tab. 1. Aktivität des durch die verschiedenen Behandlungen entstandenen  $\text{C}^{14}\text{O}_2$  in % der eingebrachten Aktivität am Ende der Versuchsperiode. (1) Behandlung; (2) Aktivität des  $\text{C}^{14}\text{O}_2$  in % der gesamten Aktivität.

## Совместная минерализация глюкозы и лактата находящихся в почве

Е. ТИМАР и Т. ПАТКАИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

### Резюме

В форме органических остатков в почву попадают смеси веществ различных по качеству. Зимогенная микрофлора в зависимости от качества материала с различной скоростью разлагает их. Методом инактивации можно проследить динамику минерализации отдельных веществ и оценить брутто процессы при наличии смесей этих веществ. Кроме этого, применяя изотопную технику можно получить сведения о том, как смесь различных по качеству веществ влияет на минерализацию отдельных компонентов.

В ряде наших исследований с помощью мечення изотопом  $\text{C}^{14}$  изучали минерализацию глюкозы и лактата в отдельности и под влиянием различных доз смешивания, в образцах одной солончаковой лугово-болотной почвы, имитируя анаэробные условия.

Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Минерализация глюкозы и лактата проходит в почве с одинаковой интенсивностью, но максимум минерализации лактата наступает позже, чем у глюкозы и лактат минерализуется в большей степени, чем глюкоза.

2. При совместном присутствии лактата и глюкозы минерализуются оба вещества, но присутствие лактата тормозит минерализацию глюкозы. Под влиянием глюкозы максимум минерализации лактата наступает скорее.

Табл. 1. Активность выделенной  $\text{C}^{14}\text{O}_2$  под влиянием различных вариантов в % введенной активности в конце опыта. (1) Варианты. (2) активность  $\text{C}^{14}\text{O}_2$  в % от общей активности.

Рис. 1. Минерализация А)  $\text{C}^{14}$ -глюкозы и В)  $\text{C}^{14}$ -лактата в почве в % от исходного числа импульсов.

Рис. 2. Минерализация А)  $\text{C}^{14}$ -глюкозы и В)  $\text{C}^{14}$ -лактата в случае их совместного внесения. Вертикальная ось—импульсы в %, горизонтальная ось — число дней.